

Laminación anual en un espeleotema del Holoceno inferior (Cueva de Kaite, Complejo Kárstico de Ojo Guareña, Burgos). Implicaciones paleoclimáticas

D. Domínguez Villar¹, J. Martín-Chivelet¹, R.L. Edwards²

¹ Dpto. de Estratigrafía, Instituto de Geología Económica (CSIC-UCM), Facultad de C. Geológicas, Universidad Complutense, 28040 Madrid, España. ddvillar@geo.ucm.es, / j.m.chivelet@geo.ucm.es

² Minnesota Isotope Laboratory, Dpt. of Geology and Geophysics, University of Minnesota, Minneapolis, MN 55455, USA.

ABSTRACT

Annual laminations have been recognized in a rapid-growing, early Holocene, calcite stalagmite from Kaite cave (Ojo Guareña Karst Complex, N Spain) using petrographic analysis and U/Th dating performed with inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). Each lamination reflects the annual growth of the speleothem, and the vertical changes in thickness of successive laminae are interpreted as changes in paleoprecipitation over the cave.

Key words: paleoclimate, speleothems, annual laminations, early Holocene, N Spain.

INTRODUCCIÓN

La caracterización de la variabilidad climática reciente a escala regional, requiere de métodos que permitan obtener series paleoclimáticas de alta precisión y con gran resolución temporal. En este ámbito, los espeleotemas constituyen un indicador de gran potencial. Primero, porque las características geoquímicas, texturales y morfológicas de los espeleotemas, que dependen de las condiciones ambientales de la cueva donde crecen, están influenciadas por parámetros como la temperatura y la precipitación. Y segundo, porque la información paleoclimática que de ellos se obtiene puede ubicarse en escalas temporales que, en los casos más favorables, llegan a ser anuales o subanuales.

El presente trabajo se enmarca dentro de esa línea de análisis paleoclimático y constituye una primera aproximación al estudio de los espeleotemas de la cueva de Kaite. Esta cavidad se engloba en el Complejo Kárstico de Ojo Guareña (Prov. de Burgos, figura 1), y se caracteriza por estar próxima a la superficie (15 m). Algunos espeleotemas de Kaite presentan una marcada laminación, por lo cual basándonos en una estalagmita se ha procedido a: su descripción bajo el microscopio, la demostración de su carácter anual y la discusión de sus implicaciones paleoclimáticas. Para ello, nos basamos en la integración del análisis microestratigráfico y geocronológico.

DESCRIPCIÓN

El espeleotema estudiado, LV3 (Colección del Departamento de Estratigrafía, UCM), es una estalagmita compuesta por calcita, con una morfología cilíndrica muy

alargada, con una longitud de 108 cm y un diámetro medio de unos 4 cm. En sección longitudinal presenta dos zonas bien diferenciadas, una marginal y otra central. La parte marginal o lateral de la sección ocupa entre 0,5 y 1 cm desde el borde, es de color blanco debido a una alta porosidad, y la laminación en esta zona sigue una morfología irregular y por lo general con fuertes pendientes. La zona central puede estar compuesta de calcita acaramelada debido a su baja porosidad, o una calcita blanca similar a la de los laterales, siendo la laminación en esta zona regular o irregular, pero por lo general sin fuertes pendientes.

Cada lámina está compuesta generalmente por dos capas, una clara y otra oscura (Fig. 2). Éstas vienen definidas por cambios en la porosidad de la calcita, de tal manera que alternan capas de elevada porosidad (oscuras bajo el microscopio), con capas de calcita con escasa microporosidad (transparente bajo el microscopio). A pesar de que la laminación es evidente a lo largo de todo el espeleotema, las diferentes texturas de la calcita pueden enmascarar la laminación por lo que el conteo se ha realizado siguiendo las zonas favorables en cada momento. El espesor de las láminas oscila entre 0,2 y 1,3 milímetros.

GEOCRONOLOGÍA

Se ha llevado a cabo un estudio geocronológico del espeleotema para conocer la edad de la estalagmita así como para valorar diversos periodos de crecimiento y los posibles hiatos (Domínguez Villar, 2003). Para ello, se han realizado 13 dataciones radiométricas de U/Th mediante espectrometría de masas ICP (Fig.3). Gracias a las dataciones se han reconocido varios periodos de falta de registro en



FIGURA 1. Situación geográfica de la cueva de Kaite.

superficies de discontinuidad del espeleotema. Por otro lado, se ha llevado a cabo un conteo de la laminación bajo el microscopio a lo largo de toda la estalagmita obteniéndose cerca de 3000 láminas.

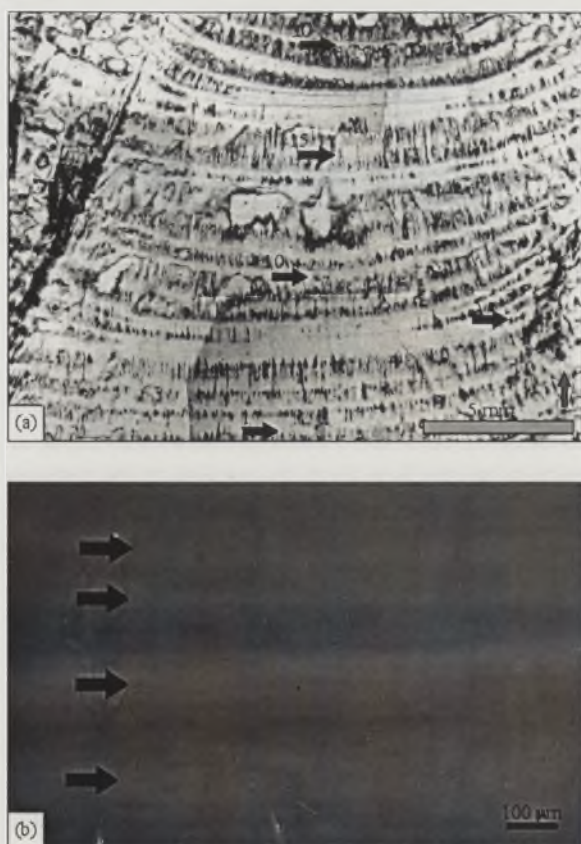


FIGURA 2. Secciones de la estalagmita en la que se observan laminaciones de distinto grosor. (a) Composición de imagen bajo el microscopio con nicoles paralelos en la que se reconocen 20 láminas, (b) imagen bajo microscopio de fluorescencia en la que se distinguen 4 láminas.

El estudio geocronológico realizado mediante las dataciones de U/Th ha permitido valorar distintos hiatos. A lo largo los primeros 78 cm de la estalagmita, donde las dataciones absolutas permiten este tipo de análisis (dataciones con errores analíticos bajos), se han contabilizado un total de 1785 láminas. En este intervalo existe un solo hiato que ha sido datado (dataciones encima y debajo de la superficie de discontinuidad). Para el mismo intervalo en el que se han analizado las láminas, el rango temporal obtenido por las dataciones una vez descontado el hiato, es de 1684 años. Teniendo en cuenta que el error (2σ) de todas las muestras está por encima de ± 100 años, el ajuste de la laminación a una ciclicidad anual es muy buena. La laminación se asume anual para el resto del espeleotema ya que sus características son similares y son coherentes con el resto de las dataciones obtenidas.

IMPLICACIONES PALEOCLIMÁTICAS

El espesor de cada lámina anual depende de la tasa de goteo y el estado de saturación de las aguas (Dreybrodt, 1981 y Baker *et al.*, 1998). Dreybrodt (1999) ha demostrado que la tasa de goteo es un factor primordial en el crecimiento de espeleotemas, al menos para aquellos de goteo lento (Genty *et al.*, 2001), como es el caso que nos ocupa. La tasa de goteo se ha relacionado principalmente con la recarga del acuífero y con variaciones en la pluviosidad sobre la cueva (Qin *et al.*, 1999). Cambios de drenaje en los conductos a través de los que circula el flujo kárstico, así como precipitaciones de carbonato a lo largo de dichos conductos (Baker *et al.*, 1997), pueden influir en la tasa de goteo, aunque este tipo de sucesos suelen quedar registrados con variaciones no periódicas claramente identificables.

De este modo, para el espeleotema estudiado, un mayor grosor de la laminación se relacionaría con periodos de mayor pluviosidad, mientras que laminaciones más estrechas se relacionarían con periodos más secos.

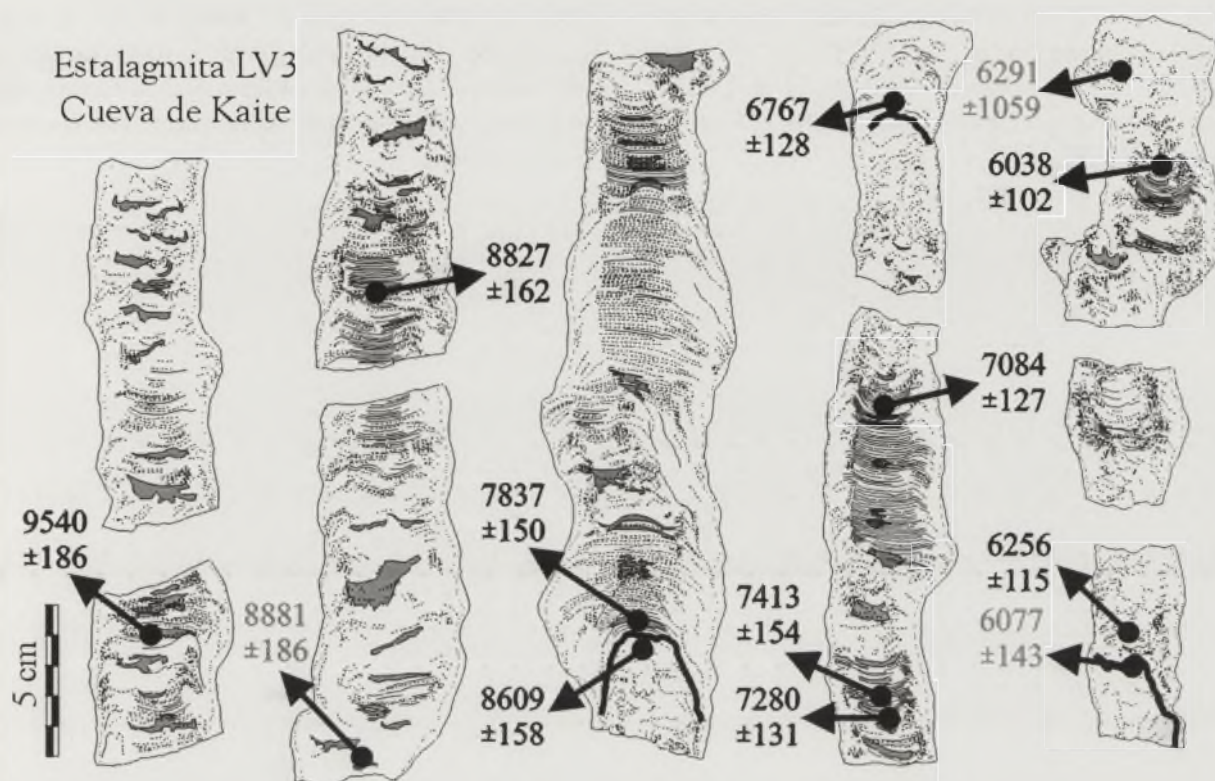


FIGURA 3. Esquema de la Estalagmita LV3 con la localización de las edades absolutas obtenidas. Las edades en gris han sido descartadas por presentar diversos errores. Las líneas de trazo grueso representan hiatos.

CONCLUSIONES

El estudio geocronológico de la estalagmita LV3 ha permitido confirmar su elevada tasa de crecimiento a lo largo del Holoceno inferior. Las laminaciones estudiadas en la estalagmita tienen una ciclicidad anual, por lo que la estalagmita es muy propicia para estudios paleoclimáticos de alta resolución. Este espeleotema es el primero en la península Ibérica en el que se demuestra una ciclicidad anual de la laminación, y es el primero en Europa para el Holoceno inferior.

Las variaciones en el grosor de la laminación en la cueva de Kaite se han relacionado principalmente con cambios en la precipitación atmosférica sobre la cueva, con lo cual las variaciones en el espesor de las láminas se han interpretado como periodos más húmedos o secos.

El estudio de la laminación proporciona un mejor ajuste de las dataciones absolutas proporcionando un registro de alta resolución temporal. Por otro lado, el análisis de la variabilidad del grosor de la laminación representa un parámetro climático que puede proporcionar series climáticas de alta resolución.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es una contribución al Proyecto PAREK (MCYT / REN2001-1409). Los autores agradecen las facilidades otorgadas por los responsables del M.N. de Ojo

Guareña (Burgos) y por la D.G. de Patrimonio de la Junta de Castilla y León. Este trabajo tampoco hubiese sido posible sin la colaboración de M.A. Martín Merino y A.I. Ortega (G.E. Edelweiss, Excmá. Diputación Provincial de Burgos). Por último, agradecemos a los doctores Carlos Sancho (Universidad de Zaragoza) y Blas Valero (CSIC, Zaragoza) la revisión científica de este trabajo.

REFERENCIAS

- Baker, A., Barnes, W.L. y Smart, P.L. (1997): Variations in the discharge and organic matter content of stalagmite drip waters in Lower cave, Bristol. *Hydrological Processes*, 11: 1541-1555.
- Baker, A., Genty, D., Dreybrodt, W., Barnes, W.L., Mockler, N.J. y Grapes, J. (1998): Testing theoretically predicted stalagmite growth rate with recent annually laminated samples: Implications for past stalagmite deposition. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 62: 393-404.
- Domínguez Villar, D. (2003): Análisis microestratigráfico de espeleotemas holocenos del sistema kárstico de Ojo Guareña, Burgos. En: *Trabajo de investigación del programa de doctorado de Procesos Geológicos*. Universidad Complutense de Madrid.
- Dreybrodt, W. (1981): The kinetics of calcite precipitation from thin films of calcareous solutions and the growth of speleothems: revised. *Chemical Geology*, 32: 237-245.

- Dreydrodt, W. (1999): Chemical kinetics, speleothem growth and climate. *Boreas*, 28: 347-356.
- Genty, D., Baker, A. y Vokal, B. (2001): Intra- and inter-annual growth rate of modern stalagmites. *Chemical Geology*, 176: 191-212.
- Qin, X., Tan, M., Liu, T., Wang, X., Li, T. y Lu, J. (1999): Spectral analysis of a 1000-year stalagmite lamina-thickness record from Shihua Cavern, Beijing, China, and its climatic significance. *The Holocene*, 9: 689-694.